

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Tsutomu SATOU et al.

Application No.:

Group Art Unit:

Filed: February 13, 2004

Examiner:

For: DETECTION OF DISCONNECTION IN AN OPTICAL TRANSMISSION LINE

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2003-97475

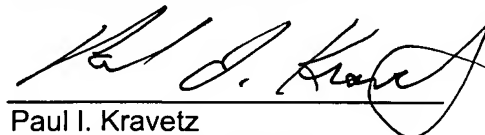
Filed: March 31, 2003

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

By:



Paul I. Kravetz
Registration No. 35,230

Date: February 13, 2004

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月31日
Date of Application:

出願番号 特願2003-097475
Application Number:

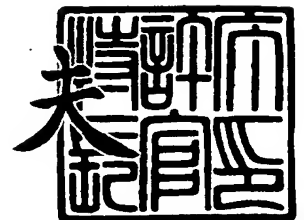
[ST. 10/C]: [JP 2003-097475]

出願人 富士通株式会社
Applicant(s):

2003年11月28日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康夫



出証番号 出証特2003-3098661

【書類名】 特許願

【整理番号】 0253613

【提出日】 平成15年 3月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 10/08
H04B 10/16

【発明の名称】 光伝送装置および伝送路断検出方法

【請求項の数】 7

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区新横浜 2 丁目 3 番 9 号 富士通デ
 ィジタル・テクノロジー株式会社内

 【氏名】 佐藤 力

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通
 株式会社内

 【氏名】 太田 研二

【特許出願人】

 【識別番号】 000005223

 【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100108187

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 横山 淳一

 【電話番号】 044-754-3035

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 011280

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0017694

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書**【発明の名称】 光伝送装置および伝送路断検出方法****【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

ブリュアン帯域幅より広いスペクトル線幅の光と前記ブリュアン帯域幅より狭いスペクトル線幅の光が、交互となった光を周期的に送出する光送出部と、

前記光送出部より送出された光の戻り光を前記伝送路より検出する光検出部とを備え、

前記光検出部により検出された前記戻り光の情報に基づき、前記伝送路の断を検出することを特徴とする光伝送装置。

【請求項 2】

光送出部と、

前記光送出部より送出された光の戻り光を前記伝送路より検出する光検出部とを備え、

前記光検出部出力のブリュアン散乱による低周波数成分の情報に基づき、前記伝送路の断を検出することを特徴とする光伝送装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 記載の光伝送装置であって、

第 1 の状態と、前記伝送路に出力する光の強度が所定の値未満である第 2 の状態を有し、

前記伝送路の断を検出したときは、前記第 2 の状態とすることを特徴とする光伝送装置。

【請求項 4】

請求項 3 記載の光伝送装置であって、

前記第 2 の状態で、前記光検出部により検出された前記戻り光の情報に基づき、前記伝送路の接続再開を検出し、

前記接続再開を検出したときは、前記第 1 の状態とすることを特徴とする光伝送装置。

【請求項 5】

ブリュアン帯域幅より広いスペクトル線幅の光と前記ブリュアン帯域幅より狭いスペクトル線幅の光が、交互となった光を周期的に伝送路に送出し、

前記送出された光の戻り光を検出し、

前記検出された前記戻り光の情報に基づき伝送路の断を検出することを特徴とする伝送路断検出方法。

【請求項 6】

伝送路に光を送出し、

前記送出された光の戻り光を検出し、

前記検出された前記戻り光のストークス光成分の情報に基づき、前記伝送路の断を検出することを特徴とする伝送路断検出方法。

【請求項 7】

伝送路に光を送出し、

前記送出された光の戻り光を検出し、

前記検出された前記戻り光のブリュアン散乱による低周波数成分の情報に基づき、前記伝送路の断を検出することを特徴とする伝送路断検出方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、光伝送装置および伝送路断検出方法に関する。

【0002】**【従来の技術】**

近年光通信システムでは伝送距離の増加等により光伝送装置の光出力パワーは

増大している。これに伴い、光ファイバ等の伝送路に光が流れている最中に、作業者が誤って光ファイバの切断や光コネクタの開放等をした場合、危険な強度の光が放射される可能性がある。そこで、光伝送装置では、光ファイバの切断や光コネクタの開放等による伝送路の接続断を検出し、光出力を停止または削減する監視手段を備える必要がある。国際電気標準会議（IEC；International Electrotechnical Commission）や日本工業規格（JIS；Japanese Industrial Standard）等の基準には、光ファイバの断線、および保守・修理における作業者の安全のため、障害の検出、励起光の停止・削減・または間欠化、障害復旧の検出および通常状態移行について光伝送監視手段が遵守すべき規則が定められている。

【0003】

光伝送装置に備えられた監視手段が伝送路の接続断を検出する方法として、1）破断点や開放点からのフレネル反射を検出する方法、2）信号光や監視制御信号の信号断や同期外れを検出する方法等が知られている。

【0004】

下流の伝送路に接続断が生じた場合、光伝送装置は接続断を検出し、下流の伝送路への光出力を上記安全基準内に収める必要がある。光伝送装置が下流の伝送路における接続断を検出する方法としては、上記1）のフレネル反射を利用する方法や、伝送路に逆方向に流された光、例えば逆方向に送出された監視制御信号光により検出する方法、対向回線から得られる情報により検出する方法等がある。

【0005】

図9は、上記1）のフレネル反射により伝送路の接続断を検出する、従来の技術による光伝送装置を示したものである。（例えば特許文献1。）光伝送装置1Bは、光増幅・制御部4Bと、フレネル反射光検出部5Aとにより構成される。光増幅・制御部4Bは、光増幅部17A、光可変減衰部16A、カプラ19E、フォトダイオード（PD）11B、信号検出部15B、制御部18Aにより構成される。また、戻り光検出部4Aは、カプラ19D、フォトダイオード（PD）11C、信号検出部15Dにより構成される。光増幅・制御部4Bより出力される光の強度は、光増幅部17Aの増幅量や、光可変減衰部16Aの減衰量を制御する

ことにより、変化させることができる。

【0006】

伝送路の光ファイバが破断した場合や、光コネクタが開放された場合には、光ファイバのコアが空気に触れ、光の進行する媒質の屈折率に変化が生じるので、反射（フレネル反射）が生じる。光伝送装置 1 B が出力する伝送路に、光ファイバの破断等の接続断が生じた場合、光増幅・制御部 4 B より送出された信号光や監視制御光等の出力光は、接続断となった箇所でフレネル反射により一部が反射し、光伝送装置 1 B に戻る。

【0007】

光伝送装置 1 B が出力する伝送路の戻り光は、フレネル反射光検出部 5 A のカップラ 19 D により一部が分岐され、フォトダイオード 11 C および信号検出部 15 D により電気信号へと変換され、制御部 18 A に伝えられる。伝送路に接続断が生じた場合、フレネル反射により光伝送装置 1 B への戻り光の強度が増加するので、ある破断閾値よりも戻り光の強度が増大したことを検出することにより、伝送路の接続断を判断する。伝送路が接続断であると判断すると、光伝送装置 1 B は、光増幅部 17 A の増幅量の減少や、光可変減衰部 16 A の減衰量の増加により、出力を安全基準内とする。（以後、安全光状態と呼ぶ）

また、伝送路が接続断の状態にあれば、安全基準の範囲内で出力された光によってもフレネル反射を生じるので、安全光状態においても、伝送路の接続断復旧を判断することができる。伝送路に接続断が復旧した場合、フレネル反射による光伝送装置 1 B への戻り光が消失するので、ある破断閾値よりも戻り光の強度が減少したことを検出することにより、伝送路の接続断復旧を判断する。伝送路の接続断が復旧したと判断すると、光伝送装置 1 B は、光増幅部 17 A の増幅量や、光可変減衰部 16 A の減衰量を元に戻し、通常の出力に戻る。

【0008】

【特許文献 1】

特開平 5-34529 号公報

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

上記の伝送路接続断の検出方法は、接続断となった箇所のフレネル反射を検出するものであるが、フレネル反射による戻り光の強度は、接続断となった箇所の状況により変化する。例えば、研磨面を斜めにすることで戻り光を小さくする構造である、斜め球面研磨（APC；Angled physical contact）コネクタが開放されたことによるフレネル反射の戻り光の量は、他のコネクタ、例えば凸面研磨（PC；Physical contact）コネクタが開放されたことによるフレネル反射の戻り光の量と比較して、小さいものとなる。また、光ファイバが破断した場合でも、切断面の状況により、フレネル反射による戻り光の量は大きく異なる。このため、フレネル反射による戻り光の光量増大を検出するだけでは、伝送路の接続断を検出できない可能性がある。

【0010】

また、安全光状態で伝送路に送出される光の強度は小さいので、フレネル反射による戻り光の量が少ない場合、フレネル反射の検出により安全光状態に移行できた場合であっても、フレネル反射の消失による接続断の復旧を判断するのが困難である場合が生じる。

【0011】

また、伝送路に逆方向に流された光、例えば下流局より逆方向に送出された監視制御信号光により伝送路の接続断を検出する方法では、下流の伝送路の接続断を検出して信号光等の出力を安全基準に収めることができるが、下流局から送出される光の出力抑制・出力停止等の制御を直接行うことはできない。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記課題を解決するものであって、第1の発明による光伝送装置は、ブリュアン帯域幅より広いスペクトル線幅の光と前記ブリュアン帯域幅より狭いスペクトル線幅の光が、交互となった光を周期的に送出する光送出部と、前記光送出部より送出された光の戻り光を前記伝送路より検出する光検出部とを備え、前記光検出部により検出された前記戻り光の情報に基づき、前記伝送路の断を検出することを特徴とする。

【0013】

ブリュアン帯域幅より広いスペクトル線幅により誘導ブリュアン散乱は抑圧されるので、ブリュアン帯域幅より広いスペクトル線幅の光による戻り光の強度と、ブリュアン帯域幅より狭いスペクトル線幅の光による戻り光の強度とは強度差が生じる。これにより、戻り光より誘導ブリュアン散乱の成分を検出できる。伝送路が断となると、誘導ブリュアン散乱による戻り光の量は減少し、上記構成により、伝送路の接続断を検出することができる。

【0014】

第2の発明による光伝送装置は、光送出部と、前記光送出部より送出された光の戻り光を前記伝送路より検出する光検出部とを備え、前記光検出部出力のブリュアン散乱による低周波数成分の情報に基づき、前記伝送路の断を検出することを特徴とする。

【0015】

ブリュアン散乱が生じると戻り光の検出信号の低周波成分が増加するので、誘導ブリュアン散乱による戻り光の強度を知ることができる。伝送路が断となると、誘導ブリュアン散乱による戻り光は減少し、戻り光の検出信号の低周波成分も減少するので、上記構成により、伝送路の接続断を検出することができる。

【0016】

第3の発明による光伝送装置は、第1または第2の発明による光伝送装置であって、第1の状態と、前記伝送路に出力する光の強度が所定の値未満である第2の状態を有し、前記伝送路の断を検出したときは、前記第2の状態とすることを特徴とする。

【0017】

これにより、伝送路より放射される光の量を安全基準内に収まるようにすることができる。

【0018】

第4の発明による光伝送装置は、第3の発明による光伝送装置であって、前記第2の状態で、前記光検出部により検出された前記戻り光の情報に基づき、前記伝送路の接続再開を検出し、前記接続再開を検出したときは、前記第1の状態とすることを特徴とする。

【0019】

これにより、伝送路の接続断を検出したときに自動的に安全基準を満たす状態となるだけでなく、伝送路の接続断再開を検出したときに自動的に通常状態に戻ることができる。

【0020】

第5の発明による伝送路断検出方法は、ブリュアン帯域幅より広いスペクトル線幅の光と前記ブリュアン帯域幅より狭いスペクトル線幅の光が、交互となった光を周期的に伝送路に送出し、前記送出された光の戻り光を検出し、前記検出された前記戻り光の情報に基づき伝送路の断を検出することを特徴とする。

【0021】

ブリュアン帯域幅より広いスペクトル線幅により誘導ブリュアン散乱は抑圧されるので、ブリュアン帯域幅より広いスペクトル線幅の光による戻り光の強度と、ブリュアン帯域幅より狭いスペクトル線幅の光による戻り光の強度とは強度差が生じる。これにより、戻り光より誘導ブリュアン散乱の成分を検出できる。伝送路が断となると、誘導ブリュアン散乱による戻り光の量は減少し、上記手順により、伝送路の接続断を検出することができる。

【0022】

第6の発明による伝送路断検出方法は、伝送路に光を送出し、前記送出された光の戻り光を検出し、前記検出された前記戻り光のストークス光成分の情報に基づき、前記伝送路の断を検出することを特徴とする伝送路断検出方法。

【0023】

ブリュアン散乱が生じると戻り光の検出信号のストークス光成分が増加するので、誘導ブリュアン散乱による戻り光の強度を知ることができる。伝送路が断となると、誘導ブリュアン散乱による戻り光は減少し、戻り光の検出信号のストークス光成分も減少するので、上記手順により、伝送路の接続断を検出することができる。

【0024】

第7の発明による伝送路断検出方法は、伝送路に光を送出し、前記送出された光の戻り光を検出し、前記検出された前記戻り光のブリュアン散乱による低周波

数成分の情報に基づき、前記伝送路の断を検出することを特徴とする。

【0025】

ブリュアン散乱が生じると戻り光の検出信号の低周波成分が増加するので、誘導ブリュアン散乱による戻り光の強度を知ることができる。伝送路が断となると、誘導ブリュアン散乱による戻り光は減少し、戻り光の検出信号の低周波成分も減少するので、上記手順により、伝送路の接続断を検出することができる。

【0026】

【実施例】

以下に本発明の実施例を示す。図1は、本発明による光伝送装置の構成を示した図であり、光伝送装置1Aは、検出光送出部2Aと、戻り光検出部3Aと、光増幅・制御部4Aとにより構成される。検出光送出部2Aは、カプラ19A、レーザダイオード(LD)10A、LD駆動部12A、駆動信号発生部13Aにより構成される。戻り光検出部3Aは、カプラ19B、フォトダイオード(PD)11A、フィルタ部14A、信号検出部15Aにより構成される。光増幅・制御部4Aは、光増幅部17A、光可変減衰部16A、カプラ19C、フォトダイオード(PD)11B、信号検出部15B、制御部18Aにより構成される。また、戻り光検出部4Aは、カプラ19D、フォトダイオード(PD)11B、信号検出部15Bにより構成される。

【0027】

本発明による光伝送装置では、伝送路に検出光を送出し、戻り光に含まれる誘導ブリュアン散乱(SBS; Stimulated Brillouin Scattering)による散乱光により伝送路の接続断を検出するものである。SBSは、光ファイバ中を伝搬するコヒーレントな光(ポンプ光)が、光ファイバ中の音響フォノンを励起することにより生じる非線形光学現象であり、SBSによる散乱光(ストークス光)はポンプ光の進行方向と逆方向に最も強く発生する。したがって、伝送路に検出光を送出し、SBSが生じた場合、戻り光の中にストークス光が検出される。

【0028】

光スペクトルで見ると、一定の帯域(ブリュアン帯域)にあるポンプ光強度が特定の値を超えるとSBSが強く発生する。したがって、光ファイバに入力する光

の強度を増加させて戻り光を観測すると、入力光強度に比例してレイリー散乱およびフレネル散乱による戻り光が増加し、ある強度（以後、これをSBS閾値と呼ぶこととする）よりSBSによる戻り光が加わる。

【0029】

光スペクトルのスペクトル幅をブリュアン帯域より広げると、ブリュアン帯域にあるポンプ光強度は相対的に減少するので、SBS閾値は増加する。したがって、ポンプ光のスペクトル幅を広げることにより、SBSの発生を抑圧することができる。

【0030】

図2に、入力光強度を増加させたときの戻り光強度の変化（左軸）を、入力光のスペクトル幅を広げた場合の戻り光（第1の戻り光；21A）と、入力光のスペクトル幅を広げない場合の戻り光（第2の戻り光；20A）で示したものである。また、第1の戻り光と第2の戻り光の強度差（右軸）を22Aに示す。

【0031】

入力光強度を増加させた場合、レイリー散乱およびフレネル散乱による戻り光は、入力光強度に比例して増加する。入力光強度が小さい場合、第1の戻り光（20A）と第2の戻り光（21A）の強度に差は生じない。入力光強度がSBS閾値（～5dBm）を超えると、第1の戻り光（20A）にはSBSによるストークス光が加わるが、スペクトル幅を広げた第2の戻り光（21A）ではSBSが抑圧されるので、SBSによるストークス光は加わらない。したがって、入力光強度を増加に伴い、第1の戻り光と第2の戻り光の強度差（22A）は非線形に増加する。第1の戻り光と第2の戻り光の強度が異なるような入力光強度とすることにより、SBSによる散乱光の強度を検出することができる。

【0032】

本発明は、図2に示される、入力光のスペクトル幅を広げるとSBSの発生を抑圧される現象を利用したものである。第1の実施例においては、LDの駆動電流に変調をかけることにより、LDの出力光のスペクトル幅を広げている。図1において、LD10Aより送出される光の波長およびスペクトルは、12Aによる駆動電流により変化する。駆動信号発生部13Aは、変調をかけた信号と無変調の信号

を交互に送出し、12Aの駆動電流を変化させる。駆動信号発生部13Aによる信号の変調は、LDの出力光スペクトルが、ブリュアン帯域よりも広くなるような信号周波数で行われ、信号周波数はLDの特性とブリュアン帯域の幅により定まる。

【0033】

12Aによる駆動電流により、ブリュアン帯域幅より広いスペクトル線幅の光と狭いスペクトル線幅の光が、交互となった光が、LD10Aにより周期的に送出され、カプラ19Aを通じて伝送路へと出力される。SBSはブリュアン帯域にあるポンプ光強度が特定の値を超えると発生し、波長には依らないので、LD10Aの出力光の波長は任意に選択することができる。

【0034】

ここで、信号光との間で相互作用を防ぐために、LD10Aの出力光の波長を伝送信号の帯域外にとることで、信号光による通信を妨げずに、伝送路の接続断の検出にSBSによる戻り光を利用することができる。また、光ファイバの破断・コネクタ開放等によるファイバ外への光放射時の安全基準を満たすように、LD10Aの出力光強度を10dBm以下とすれば、通常運用時だけでなく、接続断を検出した後の安全光状態でLD10Aの出力をしても問題はない。

【0035】

戻り光検出部3Aは、伝送路に出力された検出光送出部2Aの出力光や信号光の戻り光を入力し、戻り光のストークス光成分より、伝送路の接続断を検出する。カプラ19Bにより入力された、伝送路からの戻り光の一部は、PD11Aに入力され、電気信号に変換され、フィルタ部14Aを通じて、信号検出部15Aに入力される。図2において、第1の戻り光(20A)と第2の戻り光(21A)の強度が異なるような入力光強度で、ブリュアン帯域幅より広いスペクトル線幅の光と狭いスペクトル線幅の光が、交互となった光が、図1の検出光送出部2Aより周期的に送出されているので、戻り光検出部3Aには、SBSによるストークス光を含む戻り光と、ストークス光を含まない戻り光とが交互に入力される。これを、PD11A、フィルタ部14Aを通じて信号検出部15Aで検出することにより、伝送路におけるSBSの発生状況を知ることができる。

【 0 0 3 6 】

LD 1 0 A より伝送路に入力される光の強度は、図 2 において第 1 の戻り光 (2 0 A) と第 2 の戻り光 (2 1 A) の強度が異なるような入力光強度であり、かつ、安全基準を満たすために 10dBm 以下である。図 3 に検出光の強度 (SBS 閾値) とファイバ長の関係を示す。SBS は、伝送路の光ファイバ長が長いほど発生し易く、又ファイバに入射するパワーがよりコヒーレントかつハイパワーであるほど発生しやすい。今、伝送路が地点 A で接続断となった場合、地点 A の光伝送装置 1 A からの距離がある一定以上の距離で伝送路が切断された場合伝送路切断の有無に因らず SBS は発生しつづけ伝送路の断検出が出来ない。したがって接続断を検出できる地点 A の距離が存在する。図 3 より 出力光強度が 10dBm 程度であるとき、8km 程度までの距離の接続断を検出することができる。

【 0 0 3 7 】

戻り光検出部 3 A が伝送路の接続断を検出したとき、制御部 1 8 A を通じて、光増幅部 1 7 A の増幅用や、光可変減衰部 1 6 A の減衰量を制御し、伝送路へ送出される光の強度が安全基準内である状態へ移行する。安全状態においても、LD 1 0 A の出力はされており、戻り光検出部 3 A は伝送路における SBS の発生状況を通常状態と同様に知ることができるので、伝送路の接続断を検出する場合と同様に、接続断の復旧を検出することができる。

【 0 0 3 8 】

次に、上記の原理による伝送路の接続断を検出する具体的手順について、図 4 に示される構成での実験結果を参照しながら説明する。図 4 において、検出光送出部 2 B は、信号発生部 3 0 A と、レーザダイオード (LD) 部 3 1 A、光増幅器 3 2 A、光減衰器 3 3 A により構成される。また、戻り光検出部 3 B は、フォトダイオード (PD) 1 1 C、フィルタ部 1 4 B、信号検出部 1 5 C により構成される。検出光送出部 2 B からの光は、光ファイバ 3 5 A に入力され、光ファイバ 3 5 A からの戻り光は、カップラ 3 4 A を通じて、戻り光検出部 3 B に入力される。

【 0 0 3 9 】

まず、通常状態における、SBS による散乱光の検出について説明する。図 5 (a) は、信号発生部 3 0 A より LD 部 3 1 A に入力される信号を示したものであり

、無変調信号10msと、1MHzで変調された信号10ms（10000サイクル）が交互に入力されている。LD部31Aに1MHzで変調された信号を入力することにより、LD部31Aの出力光の光スペクトルはブリュアン帯域よりも広がるので、SBSの発生が抑圧される。

【0040】

図5（b）および（c）は、LD部31Aへの入力信号光と、これに対応した戻り光検出部3Bの検出信号を模式的に示したものである。図5（b）において、LD部31Aに変調信号が入力されているとき、検出光送出部2Bより出力される光のスペクトルは、ブリュアン帯域よりも広がっているため、SBSの発生は抑圧される。したがって、戻り光検出部3Bに入力される戻り光にSBSによる散乱光は含まれない。一方、LD部31Aに変調されていない信号が入力されているとき、SBSの発生は抑圧されないため、戻り光検出部3Bに入力される戻り光にSBSによる散乱光が含まれ、戻り光検出部3Bの検出信号の信号強度は、変調した信号による戻り光を検出したときよりも大きいものとなる。

【0041】

図5（d）上段は、PD11Cの出力である図4の計測点40Aにおける電圧を、下段はフィルタ14Bの出力である計測点40Bにおける電圧を測定したものであり、図の目盛り1つ（1div.）が20msを示す。図5（d）上段に示されるように、PD11Cの出力は20ms周期で、大きな入力と小さな入力を繰り返している。フィルタ部14Bとしてピーク検波回路等を用いて出力すると、図5（d）下段に示されるように、20ms周期で検出信号は強弱を繰り返している。

【0042】

このように、LD部31Aに変調された信号と無変調の信号を交互に入力することにより、SBSによる散乱光を検知することができる。

【0043】

次に、伝送路が接続断となったときの、戻り光検出部3Bの検出する信号と、接続断の検出方法について説明する。図6は、反射の少ない、斜め球面研磨（APC；Angled physical contact）コネクタ（図示しない）を光ファイバ35Aに接続し、途中で開放したときの、戻り光検出部3Bにおける観測結果を示したもの

であり、図5(d)同様、上段は、PD11Cの出力である図4の計測点40Aにおける電圧を、下段はフィルタ14Bの出力である計測点40Bにおける電圧を測定したものであり、図の目盛り1つ(1div.)が100msを示す。図6において、上段の信号が途切れるところでコネクタを開放しているが、コネクタの開放により接続断となつてから、戻り光検出部の検出する信号は100ms以内に応答している。

【0044】

図7は、図6下段の信号を拡大した図と、信号強度の変化と本発明による光伝送装置の制御との関係を示した図である。図7(a)は、コネクタの開放により図6上段の信号出力が途切れたときの、図6下段の信号の変化を拡大したものである。時刻 t_0 においてコネクタが開放され、伝送路が接続断となると、図6上段のPD出力は急激に減少し、それに伴い、図6下段のフィルタ14Bの出力も減少する。

【0045】

ここで、信号検出部15Cのしきい電圧 V_{th} と、信号発生部30Aの変調／無変調のクロック信号を用いることにより、本発明による光伝送装置は、伝送路の接続断(時刻 t_0)から短い時間で安全光状態に移行することができる。図7(b)上段は、信号発生部30Aの変調／無変調のクロック信号を、中断は伝送路の状態を、下段は光伝送装置の状態を示したものである。

【0046】

図7(a)において、時刻 t_0 でコネクタ開放により伝送路が接続断となると、フィルタ14Bの出力は急激に減少する。信号検出部15Cは、図7(b)上段に示されるクロック信号の1周期の間に、信号強度がしきい電圧 V_{th} を超えることがあるかを監視しており、信号強度がしきい電圧を上回ることがなくクロック信号の1周期を過ぎると(時刻 $t_0 + T_s$)、外部の制御手段に対して、伝送路の接続断を通知する。

【0047】

このように、信号検出部15Cのしきい電圧 V_{th} と、信号発生部30Aの変調／無変調のクロック信号を用いることにより、本発明による光伝送装置は、伝送

路の接続断（時刻 t_0 ）から短い時間 T_S で安全状態に移行することができる。図 1 に示される光伝送装置においては、戻り光検出部 3 A が伝送路の接続断を検出すると、制御部 18 A により、光増幅部 17 A の増幅量や、光可変減衰部 16 A の減衰量を制御し、安全光状態に移行する。

【0048】

図 10 は、図 4 に示される構成において、凸面研磨（PC；Physical contact）コネクタ（図示しない）を光ファイバ 35 A に接続し、途中で開放したときの、戻り光検出部 3 B における観測結果を示したものである。図 6 同様、上段は、PD 11 C の出力である図 4 の計測点 40 A における電圧を、下段はフィルタ 14 B の出力である計測点 40 B における電圧を測定したものであり、図の目盛り 1 つ（1 div.）が 100ms を示す。

【0049】

図 10 上段に示される PD 11 C の出力電圧は、PC コネクタのフレネル反射により、コネクタ開放時に急激に増加するが、フィルタ 14 B を通すことにより、図 10 下段に示される信号検出部 15 C の入力電圧は、図 6 下段と同様に急激に減衰しており、図 7 に示されるような接続断の検出方法により、安全状態へと短時間に移行することができる。

【0050】

以上のように、本発明による伝送路の接続断検出方法では、図 10 に示されるようなフレネル反射が大きく戻る場合だけでなく、図 6 に示されるようなフレネル反射がほとんど戻らない場合においても、接続断を検出できる。

【0051】

なお、上記の安全光状態移行の判断条件は一例であり、信号検出部 15 C に入力される信号の条件や、同期に使用するクロック等の条件は任意に定めることができる。

【0052】

次に、第 2 の実施例について説明する。

【0053】

第 2 の実施例は、伝送路からの戻り光に含まれる SBS によるストークス光の有

無を、光スペクトルまたはPDの出力信号周波数の分布を利用して検出するものである。

【0054】

図8 (a) は、ストークス光の光スペクトルを示したものであり、10GHz付近に鋭いピークを持つ。SBSによりストークス光が発生した場合、戻り光の光スペクトルには10GHz付近に鋭いピークを持つ成分が検出される。したがって、図1の戻り光検出部3Aが、光スペクトルを観測する手段を有している場合は、10GHz付近のスペクトルのピークを観測することにより、SBSの発生を検出することができる。

【0055】

また、図8 (b) および図8 (c) は、PDの出力信号を、周波数を横軸にして示したものであり、図8 (b) は戻り光にストークス光が含まれる場合の周波数分布を、図8 (c) 戻り光にストークス光を含まない場合の周波数分布を示したものである。図8 (b) に示されるように、SBSによりストークス光が発生した場合、低周波成分が増大するので、これを検出することにより、SBSの発生を検出することが出来る。図1において、戻り光検出部3Aのフィルタ14Aを低周波成分のみを出力するものとし、信号検出部15Aによりその強度を検出すれば、第1の実施例と同様に、SBSによる戻り光の強度から、伝送路の接続断を検出することができる。

【0056】

なお、第2の実施例においては、第1の実施例と異なり、駆動信号発生部13Aの出力は必ずしも変調されていなくてもよい。また、第2の実施例と第1の実施例の検出方法は併用することができるので、例えば、低周波成分の検出と、変調／無変調の駆動信号供給による、戻り光の周期的変動の検出を併用してもよい。

【0057】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、誘導ブリュアン散乱によるストークス光を検出することにより、伝送路の接続断を検出することができる。接続断の検

出手法は、接続断となった箇所の反射量の大小、例えばコネクタ形状や伝送路に用いられる光ファイバの切断面形状に依らないので、より確実に接続断を検出することができる。

【0058】

また、接続断となった後、安全基準を満たす出力で伝送路に光を送出することにより、接続断の復旧を検知することができるので、伝送路の接続断および復旧に応じて、自動的に光伝送装置の出力を制御することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による光伝送装置を示す図

【図2】 伝送路入力光の変調の有無によるSBS戻り光の強度を示す図

【図3】 伝送路入力光強度と、接続断検出が可能なファイバ長との関係を示す図

【図4】 本発明を検証する実験構成を示す図

【図5】 伝送路入力光の変調状態と、戻り光を示す図

【図6】 接続断となるときの戻り光変化を示す図

【図7】 接続断となるときの戻り光と、光伝送装置の制御を示す図

【図8】 SBS光のスペクトルおよび戻り光受信信号のスペクトルを示す図

【図9】 従来の技術による光伝送装置を示す図

【図10】 接続断となるときの戻り光変化を示す図

【符号の説明】

1A～1B 光伝送装置

2A～2B 検出光送出部

3A～3B 戻り光検出部

4A 光増幅・制御部

5A 戻り光検出部

11A～11E フォトダイオード

15A～15E 信号検出部

16A 光可変減衰部

17A 光増幅部

18A 制御部

1 9 A ~ 1 9 E カプラ

2 0 A 入力光のスペクトル幅を広げない場合の戻り光

2 1 A 入力光のスペクトル幅を広げた場合の戻り光

2 2 A スペクトル幅拡大の可否による戻り光の強度差

3 0 A 信号発生部

3 1 A レーザダイオード部

3 2 A 光増幅器

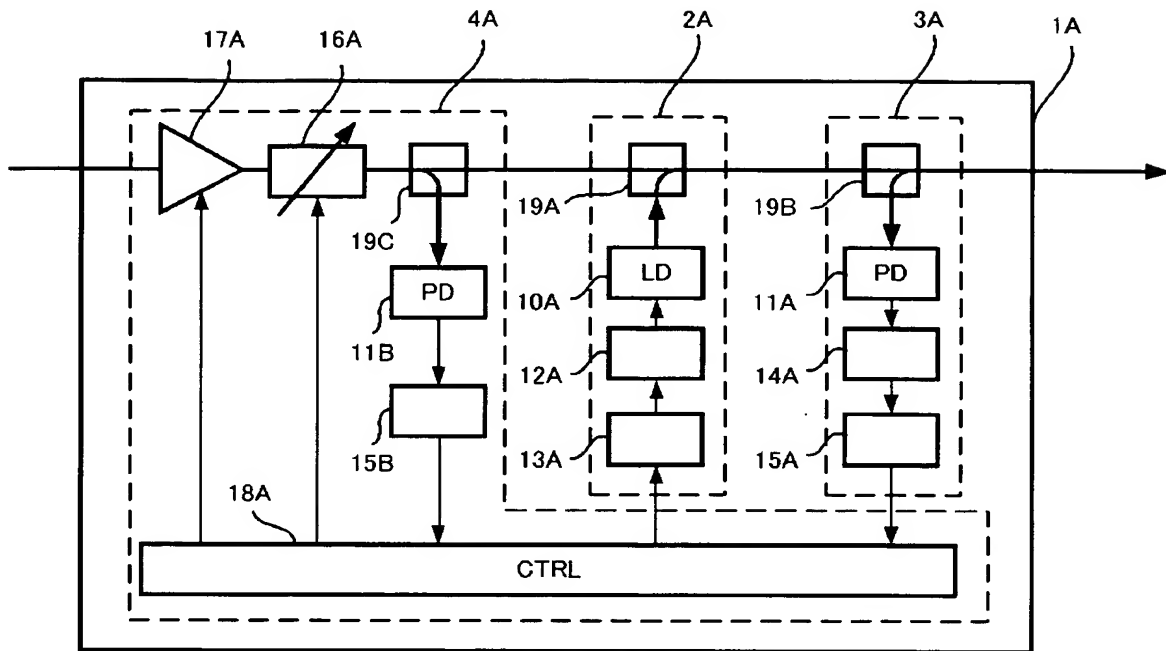
3 3 A 光減衰器

3 4 A カプラ

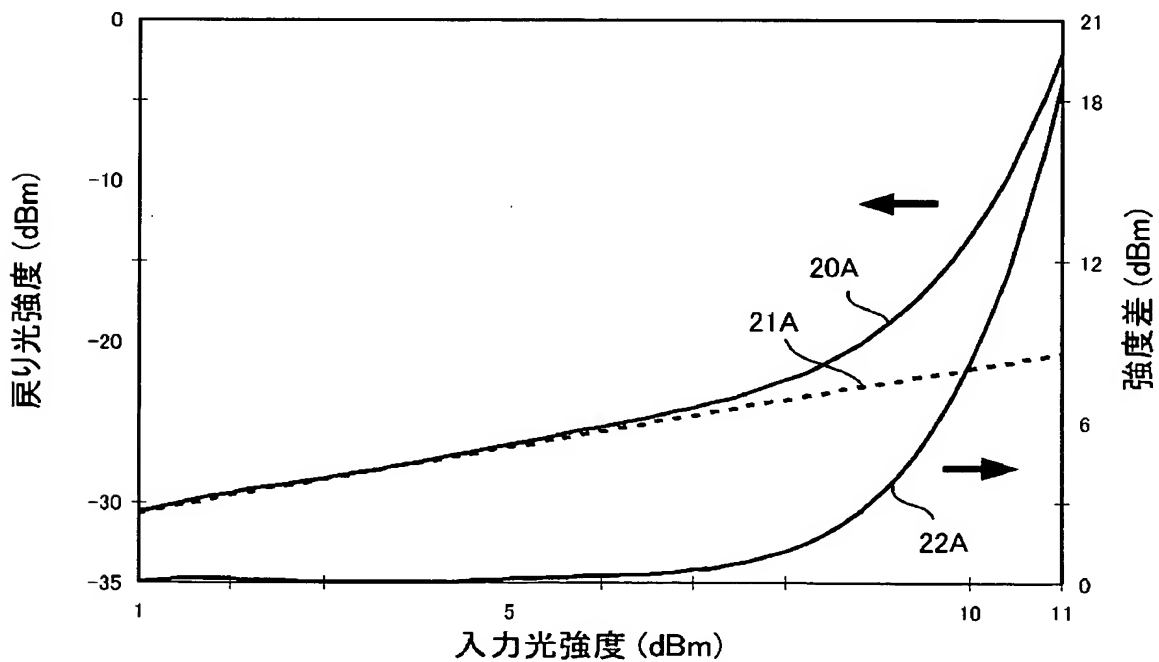
4 0 A ~ 4 0 B 計測点

【書類名】 図面

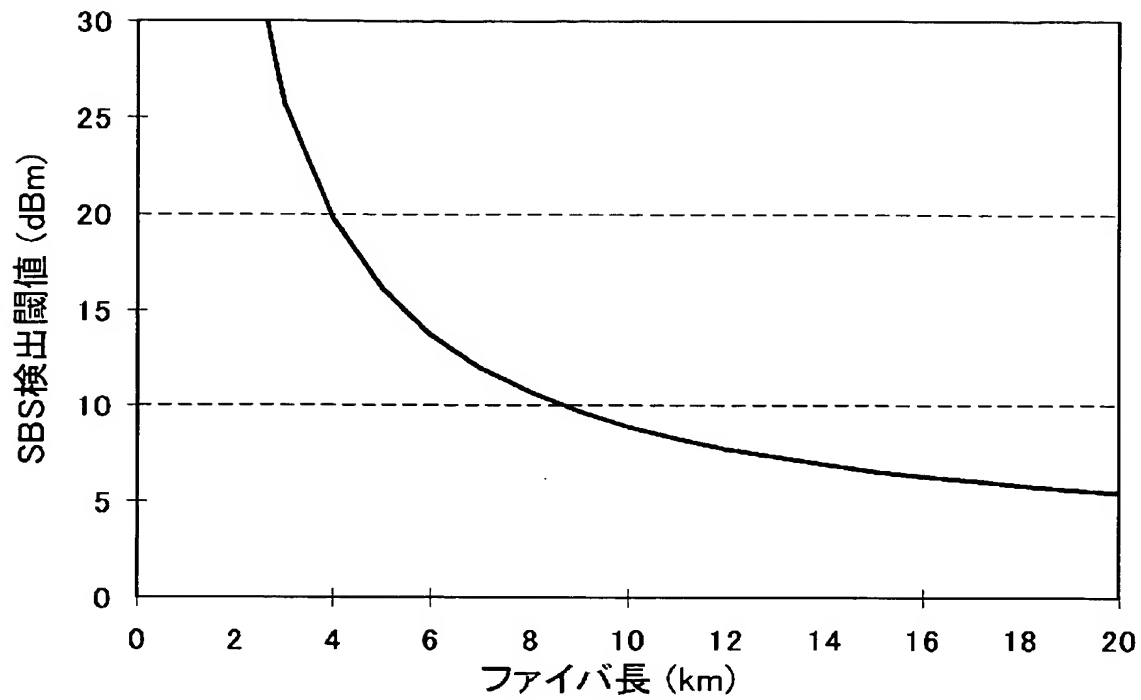
【図 1】



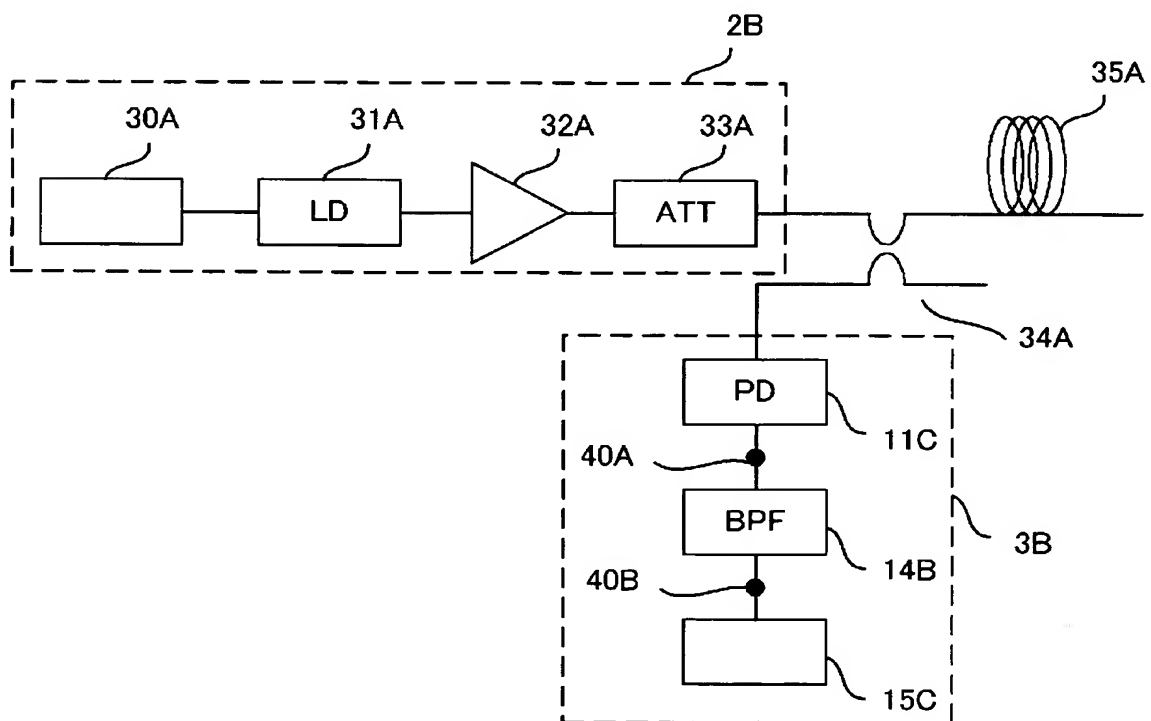
【図 2】



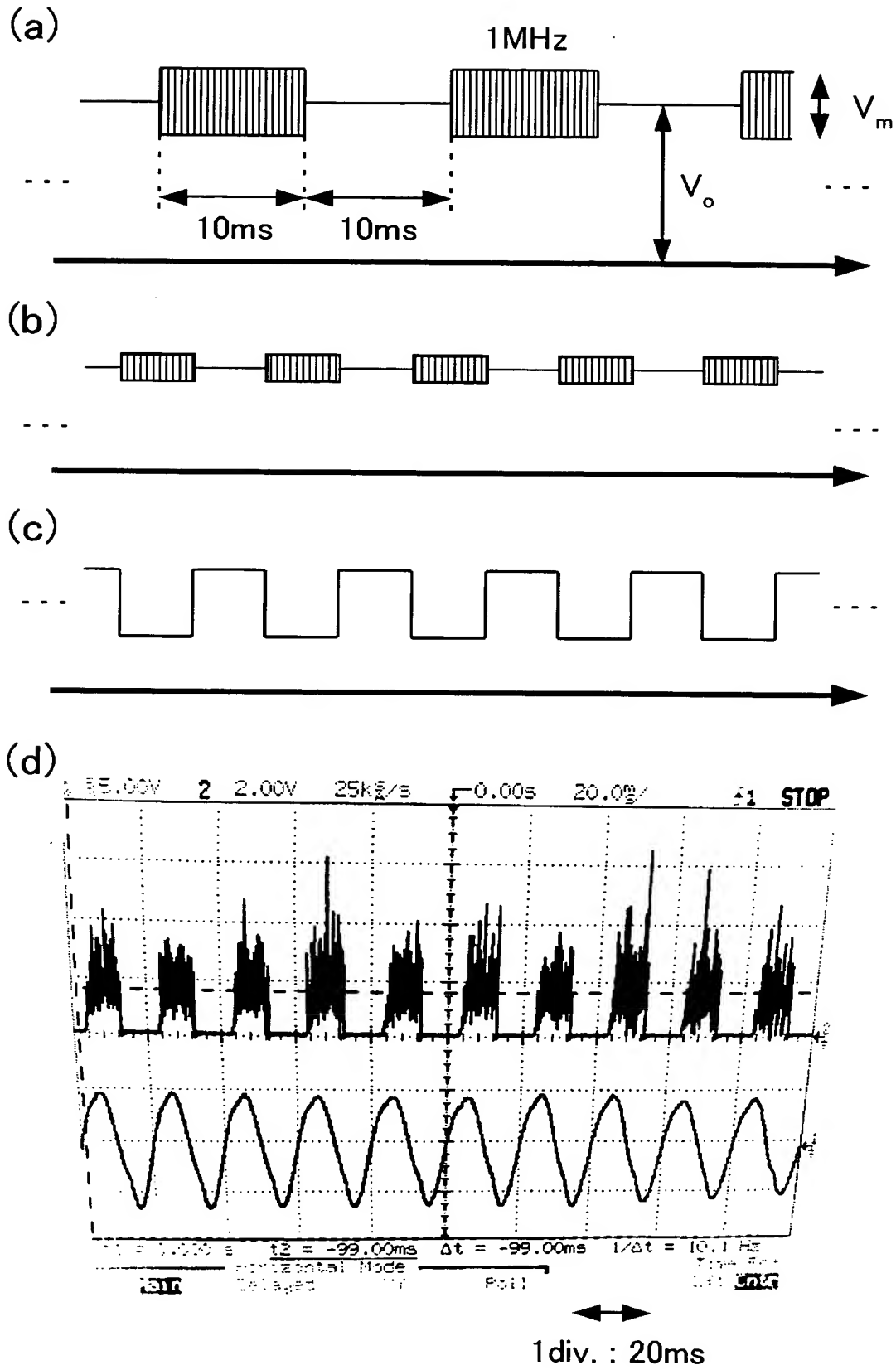
【図 3】



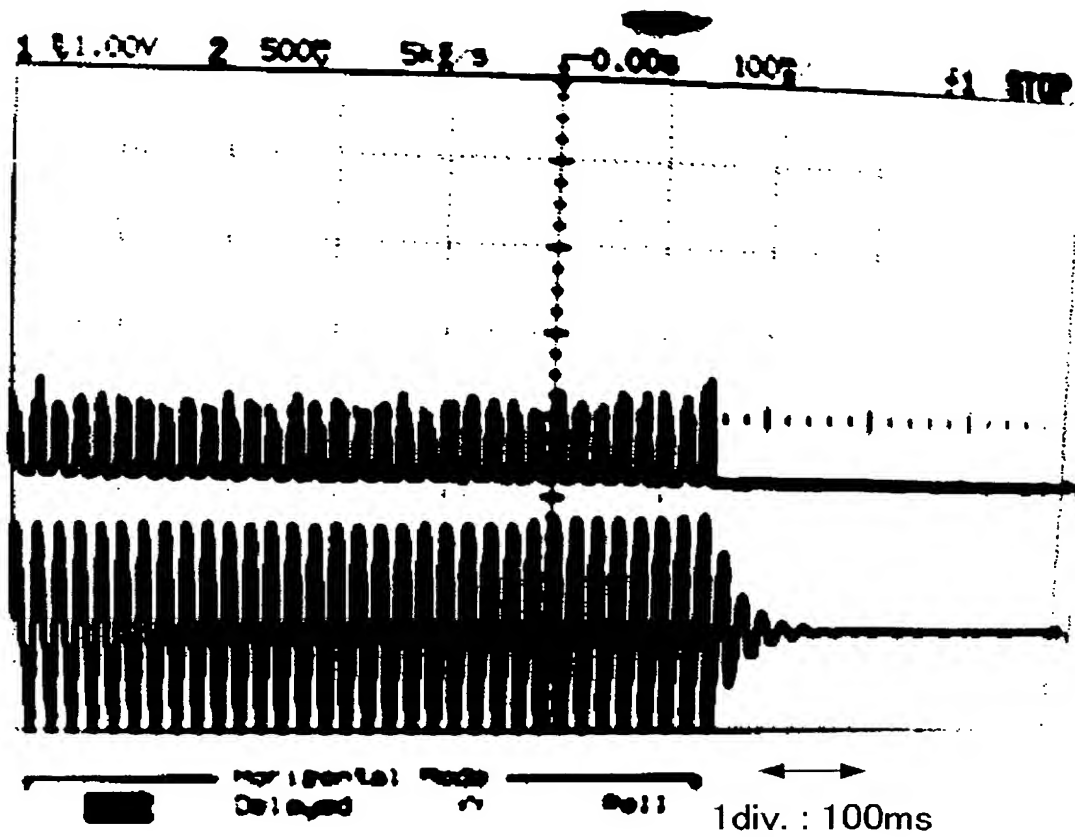
【図 4】



【図 5】



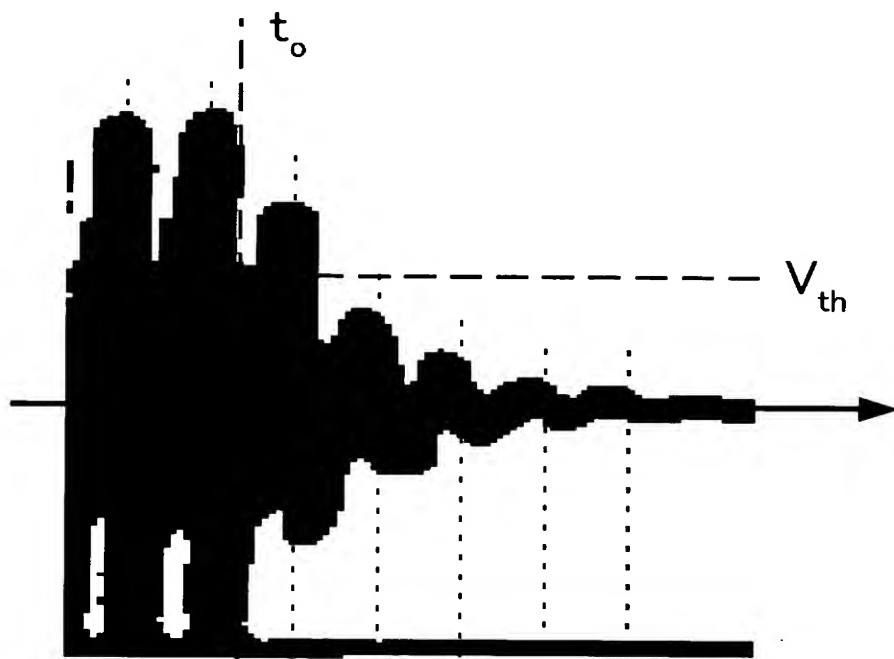
【図 6】



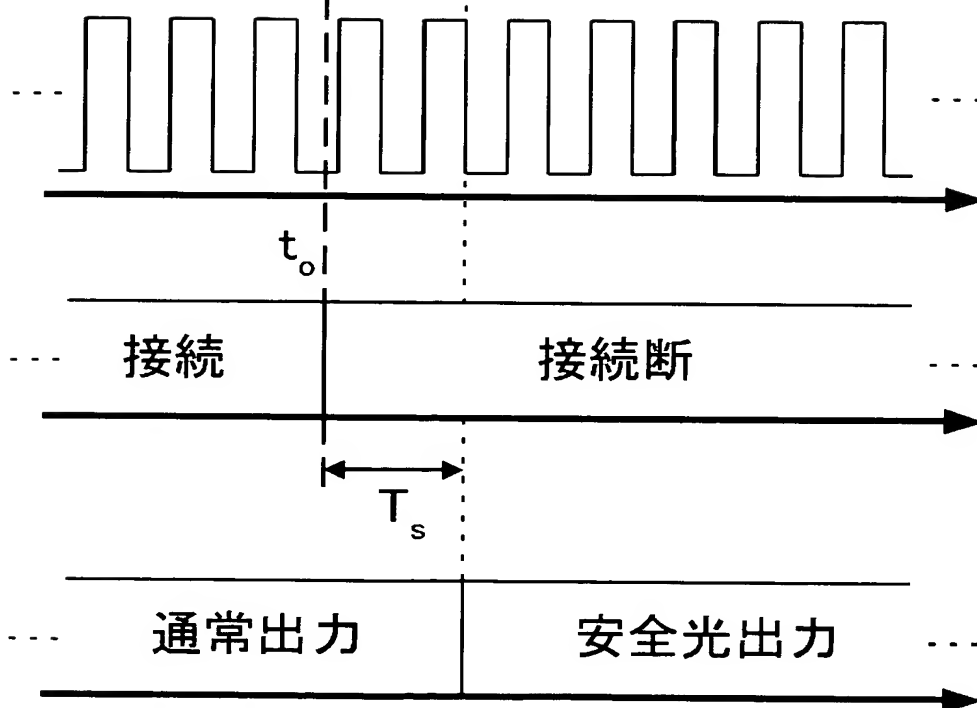
BEST AVAILABLE COPY

【図 7】

(a)

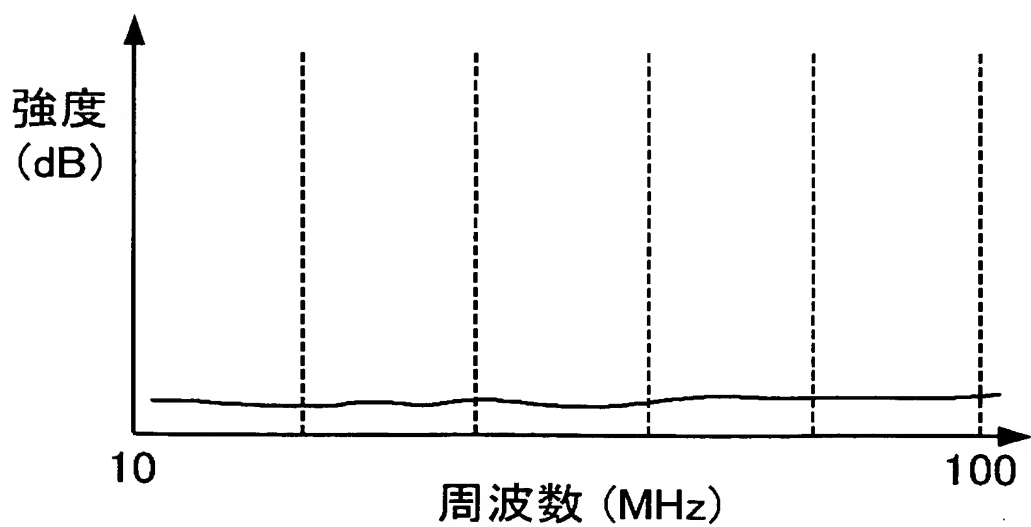
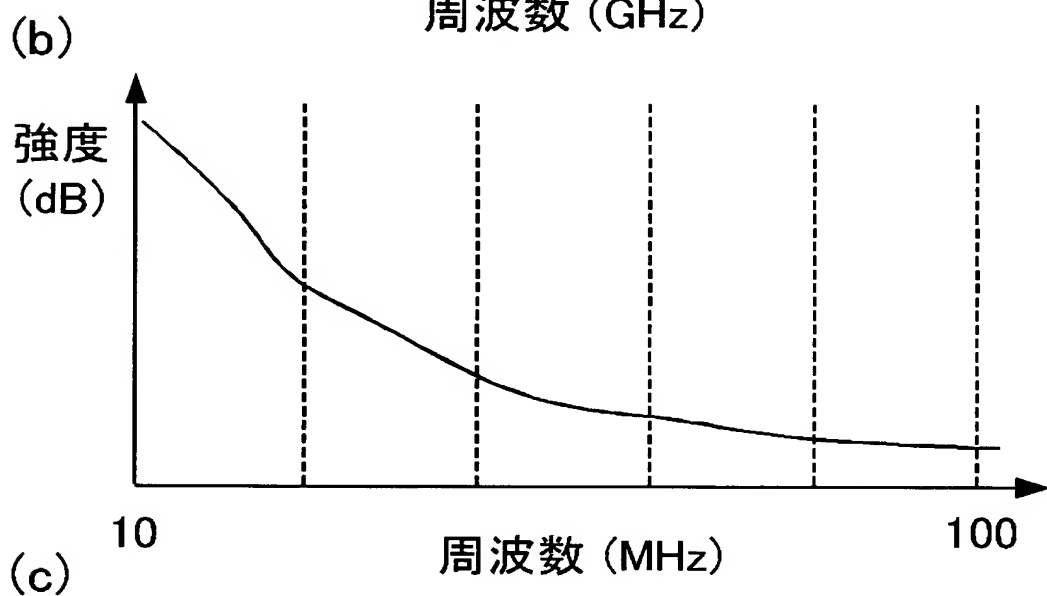
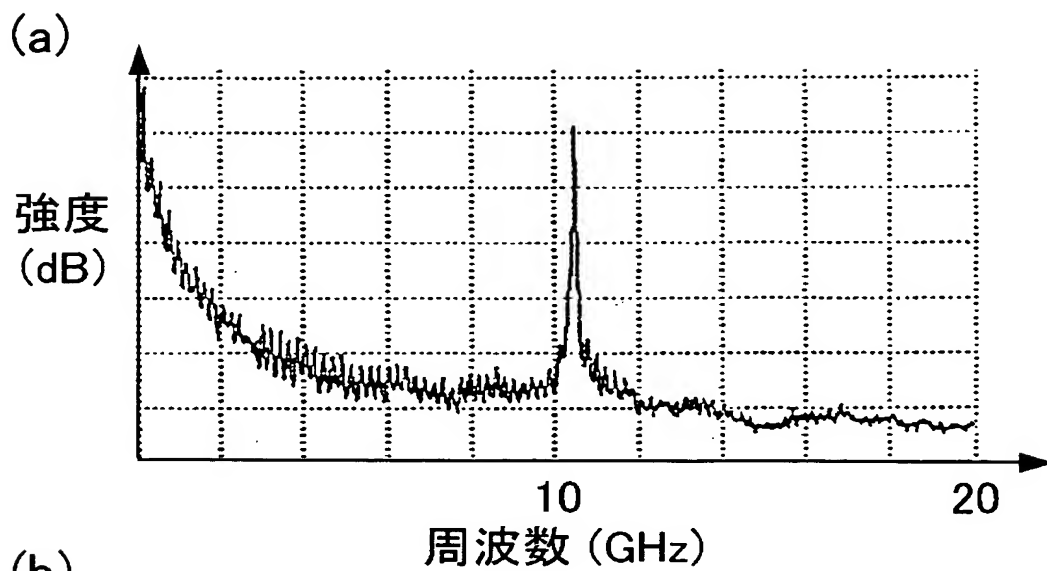


(b)

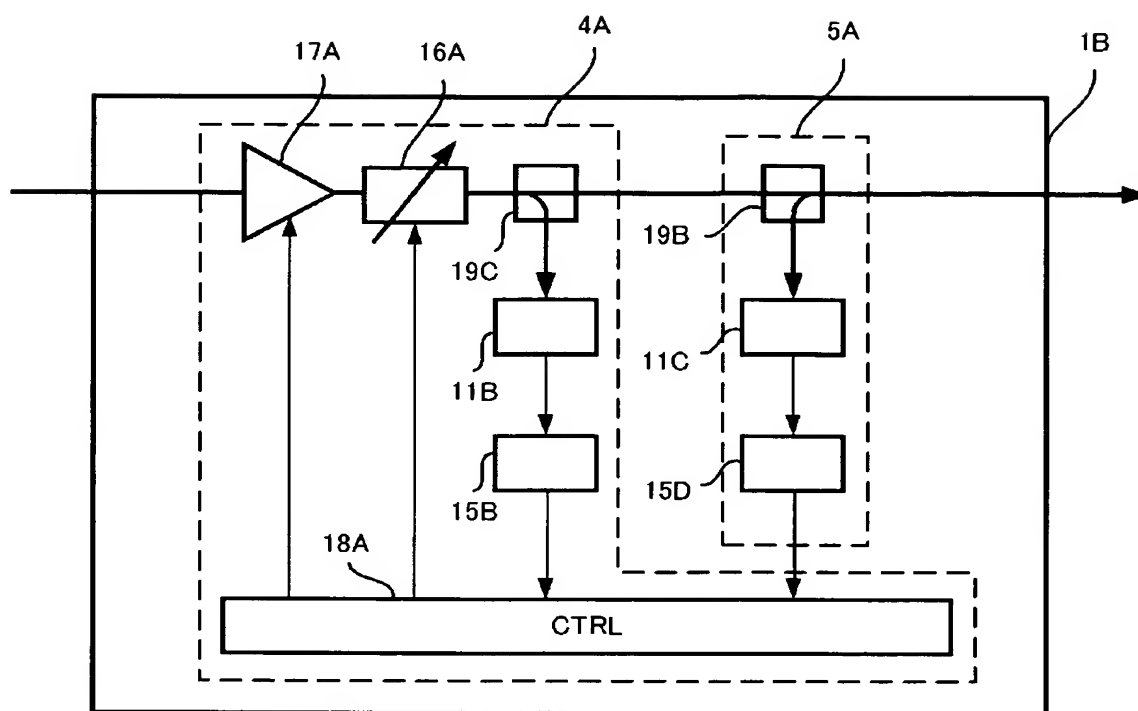


【図 8】

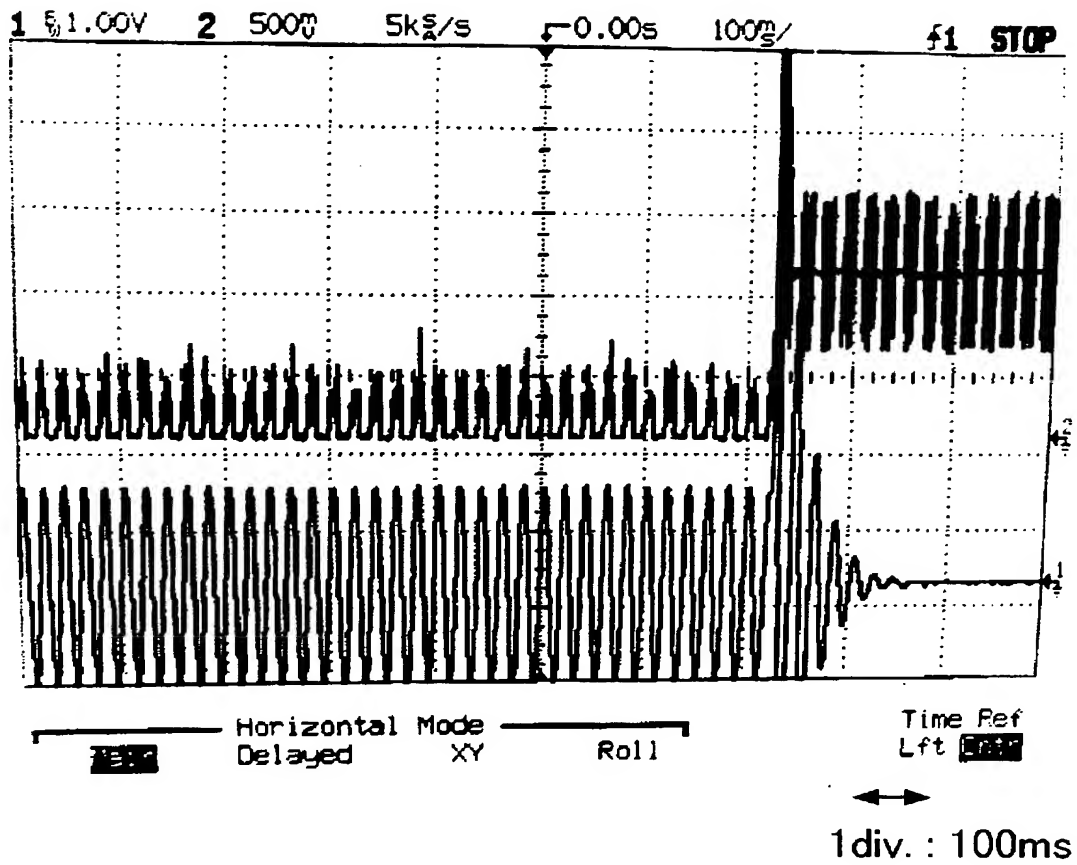
BEST AVAILABLE COPY



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 近年、光伝送システムの伝送距離増加に伴う光伝送装置の光出力増大により、ファイバの切断やコネクタの開放等による伝送路の断を検出し、光伝送装置の光出力を停止または減衰させる監視手段の重要性が増している。下流の伝送路の接続断を検知する手段として、フレネル反射を検知する方法があるが、端面反射が小さいコネクタが開放された場合や、ファイバ切断面が鋭角であった場合には、反射が小さくなり、伝送路の接続断を検出できない可能性があり、安全対策上問題となる。

【解決手段】 光スペクトルをブルリアン帯域以上に拡大すると、誘導ブルリアン散乱（SBS）が抑圧されることを利用する。下流の伝送路に、周波数変調してスペクトル幅を拡大させた光と無変調の光が交互となった光を周期的に送出し、SBSによる戻り光の変調の有無による差を観測することで、伝送路の接続断と接続回復を検出する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 9 7 4 7 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 2 3]

1 . 変更年月日

1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

氏 名

富士通株式会社